

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РАССЕЙВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ЖИЛАЯ ЗАСТРОЙКА, ВЕТРОВОЙ ПОТОК, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ.

УДК 504.628

## ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОЧИСНОЇ УСТАНОВКИ АВТОМИЙНОГО КОМПЛЕКСУ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Кобзиста О.П., кандидат біологічних наук

Барабаш О.В., кандидат біологічних наук

Постановка проблеми. Автосервіс сьогодні один з найпоширеніших і затребуваних видів бізнесу. Найчастіше успішність і прибутковість цього виду бізнесу залежить від комплексу послуг, що надаються. І послуги мийки автомобіля в цьому переліку виходять на одне з перших і найбільш популярних місць. Підходячи ближче до питання технічного оснащення автомийок, не можна не згадати про необхідність організації зливу використаної води в каналізацію. В Україні існує система вимог до зливу в каналізацію, визначена СЕС, виконувати яку необхідно для отримання дозвільної документації на функціонування автомийки. Сьогодні очисні споруди автомийок представлені великим переліком виробників і моделей. При виборі такого обладнання дуже важливо наперед визначитися з набором необхідних функцій і обсягами, яким повинна задовольняти конструкція очисної споруди. І тільки після цього докладно розглянути технічні характеристики та функціональні особливості очисних споруд для автомийок різного виробництва, порівнюючи співвідношення ціни і якості, які будуть задовольняти потреби автомийного комплексу, як з екологічної так і з економічної точки зору.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В наш час на деяких автомийках використовуються очисні установки які не відповідають екологічним показникам або їх власники не приділяють їхньому обслуговуванню належної уваги. Тому велика кількість забруднюючих речовин, не пройшовши належної очистки, скидаються у водні об'єкти та наносять шкоду оточуючому середовищу [1]. Зниженню забрудненню навколишнього середовища можуть сприяти нові технології та обладнання, що використовується на автомийках. За сучасним обладнанням та досконалими системами очищення на ринку лідирує німецька фірма Karcher з її стаціонарними системами очищення води HDR 555, HDR 777 та HDR 1000. Останніми роками в Україні набули поширення комплексні установки для очищення стічних вод серійного ряду "Роса" та станції для рециркуляції води серії "НЕПТУН". У країнах Європи надають перевагу та застосовують систему AEROS [2, 3]. Всі ці системи і установки та методи очищення забезпечують ефективну очистку води, яка утворилася від миття автомобілів та дозволяють використовувати меншу кількість води та електроенергії [4-6].

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Однією з головних проблем при визначенні ефективної очисної установки автомийного комплексу є неузгодженість вибору параметрів необхідних для покращення функціонування автомийок, які б задовольняли екологічні та економічні інтереси даного сервісу. Рішенням даної проблеми може стати застосування методу аналізу ієрархій, який є системною процедурою для ієрархічного подання елементів, що визначають зміст проблеми.

Формування цілей статті (постановка завдання). Виходячи з проблематики, метою нашої роботи було оцінити найбільш популярні на ринку типи очисних установок на автомийних комплексах, провести екологічну оцінку ефективності та оцінити економічність такої системи очищення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для визначення параметрів спочатку потрібно проаналізувати роботу мийного комплексу. Робота мийки починається з заїзду на неї автомобіля, потім подача води, миючих засобів, і сам процес мийки. Таким чином, параметри роботи мийного комплексу є найбільш ефективними тоді, коли вони підходять під тип роботи чи вид мийки. Показники роботи на виході характеризують вибір параметрів, тобто чи правильно вони підібрані для удосконалення роботи мийного комплексу. Кінцевим результатом досконалого мийного комплексу повинно бути чистий автомобіль, максимально чиста вода після очищення в очисних установках, та економічність у використанні матеріалів та інших показників.

Для визначення ефективної очисної установки ми використали метод аналізу ієрархій [7]. Основа методу – це декомпозиція проблеми на кожному ієрархічному рівні за допомогою парних

порівнянь. В результаті може бути знайдений відносний ступінь (інтенсивність) взаємодії елементів на розглянутому ієрархічному рівні або перевага одних елементів відносно інших. Цим порівнянням надається чисельна оцінка. При розгляді екологічних проблем, необхідно прагнути до того, щоб декомпозиція була доведена до такого рівня, на якому парні порівняння можуть бути виконані компонентами у даній області фахівцями. Метод включає також процедуру синтезу множинних порівнянь, визначення пріоритетності критеріїв і знаходження альтернативних рішень. Реалізація методу підлягає перевірці й переосмисленню, поки не буде впевненості, що охоплені всі аспекти важливі для подання й рішення даної проблеми. При цьому результати, отримані на одному із ієрархічних рівнів, використовуються в якості вхідних даних для вивчення наступного рівня. Процедура експертної оцінки повинна бути ретельно підготовлена й організована в системному плані.

На першому етапі, вивчивши доступну інформацію, необхідно всебічно охарактеризувати проблему, виявити зацікавлені сторони, що впливають на результат її вирішення, а також ті об'єкти, які будуть випробовувати вплив з боку планованої діяльності. Необхідно виконати також аналіз цілей, які переслідуються у зв'язку з рішенням поставленої проблеми.

Другий етап полягає в побудові ієрархій, починаючи з вершини, через проміжні рівні (критерії, від яких залежить наступні рівні) до самого нижнього рівня, що є переліком альтернатив. Побудова ієрархій є не просто формальним методичним прийомом. Саме на цьому етапі здійснюється глибокий аналіз проблеми, що сприяє чіткому вираженню суджень.

На кожному ієрархічному рівні, що знаходиться нижче, структурні елементи розташовуються в матрицях парних порівнянь для яких власне й виставляються експертні оцінки.

Кожний елемент матриці експертам необхідно виразити як результат порівняння двох об'єктів або процесів у вигляді «розумних» чисел. Для визначення цих чисел використовують спеціальну шкалу порівнянь, яка дозволяє привласнювати чисельні оцінки, що характеризують перевагу одного елемента досліджуваної системи над іншим.

Математичний апарат для обробки експертних суджень, розставлених у матрицях парних порівнянь і його обґрунтування викладено нижче.

Для матриць парних порівнянь необхідно виконати оцінку узгодженості експертних суджень. Якщо умову узгодженості не виконано, то необхідно переосмислити завдання на даному конкретному ієрархічному рівні та повторити процедуру експертного оцінювання.

На кожному ієрархічному рівні визначається свій вектор пріоритетів, який оцінюється коефіцієнтами важливості (вагою) вищестоящого рівня (табл. 1). В результаті знаходять вектор глобальних (узагальнених) пріоритетів щодо розглянутих варіантів, який надає характеристику їхньої переваги для досягнення основної мети.

Таблиця 1. – Шкала відносних ваг

Інтенсивність відносної важливості у балах	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Важливість об'єктів (факторів) однакова
3	Помітна перевага одного над іншим	Досвід і судження дають не значну перевагу одного з об'єктів (факторів)
5	Істотна або суттєва перевага	Наявні дані свідчать про перевагу одного над іншим
7	Дуже сильна перевага	Перевага об'єкта (фактора) одного над іншим очевидна
9	Абсолютна перевага	Очевидність переваги одного над іншим підтверджується всіма наявними ознаками
2,4,6,8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями	Компромісні випадки

Шкала відносної ваги містить також і всі обернені числа  $1/9$ ,  $1/7$ ,  $1/5$ ,  $1/3$  і проміжні значення  $1/8$ ,  $1/6$ ,  $1/4$ ,  $1/2$ .

Так як існує багато методів очищення стічних вод забруднених під час роботи автомийки, і ще більше типів очисного устаткування, де використовуються ці методи. Ми виділили 3 моделі найбільш популярних на ринку: А – «KERCHER HDR- 777», Б – «НЕПТУН – 555», В – «AEROS – 1».

Завдання полягає в тому, щоб вибрати один, який буде найбільш ефективним в еколого-економічному співвідношенні.

Вибираємо ряд критеріїв (табл. 2), за якими будемо проводити оцінку:

Таблиця 2. – Характеристика об'єктів дослідження за заданими критеріями

Критерії	А	Б	В
1.Якість очищення, %	87-95	90	87
2.Продуктивність, л/год	800	1500	1000
3.Надійність (вірогідне число відмов протягом 20 років)	3	3-4	3-4
4.Гарантія, рік	2	1	1
5.Вартість, грн.	500000	25000	20000
6.Автоматичний контроль параметрів очищення	Повний	Обмежений	Повний
7.Присутність деталей та комплектуючих на ринку	Без проблем	Обмежено	Обмежено
8.Зручність обслуговування (видалення осаду ЗР та заміна фільтру)	Дуже зручно	Дуже зручно	Зручно

Далі надаємо оцінку переваги по кожному критерію, що наведено в табл. 3

Таблиця 3. - Матриця парних порівнянь рівня критеріїв

Критерії	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	W*	W <sub>норм.</sub>
№1	1	5	3	5	3	7	6	5	3,83972593	0,32799055
№2	1/5	1	1/3	2	1/5	3	5	7	1,13735163	0,09715292
№3	1/3	3	1	5	3	6	5	7	2,73708837	0,23380292
№4	1/5	1/2	1/5	1	1/3	3	1/3	4	0,63569104	0,05430092
№5	1/3	5	1/3	3	1	5	4	7	1,97695643	0,16887222
№6	1/7	1/3	1/6	1/3	1/5	1	1/5	1/3	0,27760729	0,0237133
№7	1/6	1/5	1/5	3	1/4	5	1	7	0,80422905	0,06869749
№8	1/5	1/7	1/7	¼	1/7	3	1/7	1	0,29816893	0,02546968
Σ	2,58	15,18	5,38	19,58	8,13	33,00	21,68	38,33	11,7068187	1

Користуючись алгоритмом обчислюємо максимальне власне значення:

$$\lambda_{max}^* = 9,26 \quad (1)$$

Перевіряємо умову  $\lambda_{max}^* \geq n$ . Умова виконується, тому що  $9,26 > 8$ , де 8 – порядок матриці. Обчислюємо індекс узгодженості:

$$I_y = \frac{\lambda_{max}^* - n}{n - 1} = \frac{9,26 - 8}{7} = 0,18 < 0,2 \quad (2)$$

Таким чином, умова узгодженості виконується.

Наступний етап рішення завдання експертного оцінювання полягає в складанні матриць парного порівняння альтернатив по кожному розглянутому критерію. Цей етап покажемо на прикладі критерію з якості очищення води (табл. 4).

Таблиця 4. – Якість очищення води (%)

Варіант	А	Б	В	$W^*$	$W_{\text{норм.}}$
А	1	3	5	2,46621207	0,63698557
Б	1/3	1	3	1	0,25828499
В	1/5	1/3	1	0,40548013	0,10472943
$\Sigma$	1,53	4,33	9,00	3,87	1,00

$$\lambda_{\max}^* = 3,039; I_y = 0,019$$

Для решти категорій приведемо максимальні власні значення та індекс узгодженості:

– продуктивність очищення:  $\lambda_{\max}^* = 3,124, I_y = 0,062$ ;

– надійність:  $\lambda_{\max}^* = 3, I_y = 0$ ;

– гарантія:  $\lambda_{\max}^* = 3, I_y = 0$

– вартість:  $\lambda_{\max}^* = 3,029, I_y = 0,015$

– автоматичний контроль параметрів очищення:  $\lambda_{\max}^* = 3, I_y = 0$ ;

– присутність деталей та комплектуючих на ринку:  $\lambda_{\max}^* = 3, I_y = 0$ ;

– зручність обслуговування:  $\lambda_{\max}^* = 3, I_y = 0$ .

Таким чином матриці парних порівнянь для рівня альтернатив сформовані. Знайдено нормовані власні вектори, визначені власні значення, підтверджена узгодженість матриць.

Тепер переходимо до синтезу остаточного рішення. Останній крок – це операція зважування нормованих власних векторів альтернатив вагами критеріїв, які були отримані на початку рішення завдання і містяться у власному векторі матриці критеріїв.

У даному випадку це має виглядати наступним чином:

$$\begin{pmatrix} 0,637 & 0,073 & 0,600 & 0,714 & 0,063 & 0,455 & 0,714 & 0,429 \\ 0,258 & 0,722 & 0,200 & 0,143 & 0,265 & 0,090 & 0,143 & 0,429 \\ 0,105 & 0,205 & 0,200 & 0,143 & 0,672 & 0,455 & 0,143 & 0,122 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0,330 \\ 0,098 \\ 0,235 \\ 0,044 \\ 0,169 \\ 0,030 \\ 0,069 \\ 0,025 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} \leftrightarrow \begin{pmatrix} A \\ B \\ B \end{pmatrix}$$

Перемножуючи матрицю на вектор-стовпець, знайдемо:

$$X_1 = 0,637 \cdot 0,330 + 0,073 \cdot 0,098 + 0,6 \cdot 0,235 + 0,714 \cdot 0,044 + 0,063 \cdot 0,169 + 0,455 \cdot 0,03 + 0,714 \cdot 0,069 + 0,429 \cdot 0,025 = 0,474$$

$$X_2 = 0,277$$

$$X_3 = 0,248$$

Таким чином:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} \leftrightarrow \begin{pmatrix} A \\ B \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,474 \\ 0,277 \\ 0,248 \end{pmatrix}$$

Оскільки при парному порівнянні альтернатив відносно кожного критерію, більша оцінка ставилася тому виробнику, який мав позитивну перевагу, тому остаточна перевага віддається показнику, що отримав найбільшу оцінку. Варіант В має найменшу оцінку (0,248) а, отже, робить у цілому комплекс розглянутих факторів неефективним варіантом для встановлення очисного устаткування на автомийках. Перевагу з комплексу заданих умов віддано варіанту А (0,474), характеристики якого є найбільш сприятливими для автомийного комплексу.

Висновки. Отже, для визначення оптимального варіанта ефективної очисної установки визначено ряд параметрів за якими можливо удосконалити мийний комплекс. До них відносяться: продуктивність, якість очищення, надійність, гарантія, автоматичний контроль параметрів очищення, зручність обслуговування та ін. За допомогою методу аналізу ієрархій визначили очисну установку, яка буде найбільш оптимальною для роботи мийного комплексу в цілому. Для цього, використовуючи шкалу відносних ваг, визначили рівність між критеріями та прорахували можливі варіанти рішення по кожному з критеріїв. Із синтезу остаточного рішення випливає, що найкращим варіантом для автомийного комплексу є система рециркуляції води представлена в очисній установці HDR 777 німецької фірми Karcher.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адаменко О.М. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: Новий світ-2000, 2008 – 289с.
2. Завьялов С.Н. Мойка автомобилей. (Технология и оборудование). – М.: Транспорт, 1984 – 206 с.
3. Карабиньош С., Новицький А. Обладнання для очищення та видалення забруднень // Пропозиція. – 2010. – 12с.
4. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем / под ред. Е.К. Масловского. – М.: Мир, 1984. – 318 с.
5. Шевченко М.А. Технология обработки воды. – К.: Будівельник, 1980 – 263с.
6. Запольский А.К. Фізико – хімічні основи технології очищення стічних вод. – К.: Лібра, 2000. – 522 с.
7. Олійник Р.В., Никонович С.О. Методичні вказівки до курсового проекту «Екологічна оцінка впливу об'єктів техносфери на навколишнє середовище» – К.: НТУ, 2009 – 40с.

#### РЕФЕРАТ

Кобзиста О.П., Барабаш О.В. До визначення ефективності очисної установки автомийного комплексу методом аналізу ієрархій / Оксана Петрівна Кобзиста, Олена Василівна Барабаш // Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

Сьогодні очисні споруди автомийок представлені великим переліком виробників і моделей. При виборі такого обладнання дуже важливо наперед визначитися з набором необхідних функцій і обсягами, яким повинна задовольняти конструкція очисної споруди. Розглянути технічні характеристики та функціональні особливості очисних споруд для автомийок різного виробництва, порівняти співвідношення ціни і якості. Однією з головних проблем при визначенні ефективної очисної установки автомийного комплексу є неузгодженість вибору параметрів необхідних для покращення функціонування автомийок, які б задовольняли екологічні та економічні інтереси даного сервісу.

Метою роботи було оцінити найбільш популярні на ринку типи очисних установок на автомийних комплексах, провести екологічну оцінку ефективності та оцінити економічність такої системи очищення.

Визначення ефективної очисної установки проводили із застосуванням методу аналізу ієрархій. Основа методу – це декомпозиція проблеми на кожному ієрархічному рівні за допомогою парних порівнянь. В результаті може бути знайдений відносний ступінь взаємодії елементів на розглянутому ієрархічному рівні або перевага одних елементів відносно інших. Цим порівнянням надається чисельна оцінка. При розгляді екологічних проблем, необхідно прагнути до того, щоб декомпозиція була доведена до такого рівня, на якому парні порівняння можуть бути виконані компонентами у даній області фахівцями.

Метод включає також процедуру синтезу множинних порівнянь, визначення пріоритетності критеріїв і знаходження альтернативних рішень. Реалізація методу підлягає перевірці й переосмисленню, поки не буде впевненості, що охоплені всі аспекти важливі для подання й рішення даної проблеми. При цьому результати, отримані на одному із ієрархічних рівнів, використовуються в якості вхідних даних для вивчення наступного рівня. Процедура експертної оцінки повинна бути ретельно підготовлена й організована в системному плані.

В роботі розглянуто три моделі очисних установок популярних на ринку: «KERCHER HDR-777», «НЕПТУН – 555», «AEROS – 1». Завдання полягало в тому, щоб вибрати одну, яка буде найбільш ефективною в еколого-економічному співвідношенні. Для визначення оптимального варіанта ефективної очисної установки визначено ряд параметрів за якими можливо удосконалити

мийний комплекс: продуктивність, якість очищення, надійність, гарантія, автоматичний контроль параметрів очищення, зручність обслуговування та ін.

Сформовано матриці парних порівнянь для рівня альтернатив. Знайдено нормовані власні вектори, визначені власні значення, підтверджена узгодженість матриць. Проведено синтез остаточного рішення – це операція зважування нормованих власних векторів альтернатив вагами критеріїв, які були отримані на початку рішення завдання і містяться у власному векторі матриці критеріїв.

Оскільки при парному порівнянні альтернатив відносно кожного критерію, більша оцінка ставилася тому виробнику, який мав позитивну перевагу, остаточна перевага віддається показнику, що отримав найбільшу оцінку. Варіант «AEROS – 1» має найменшу оцінку (0,248) а, отже, робить у цілому комплекс розглянутих факторів неефективним варіантом для встановлення очисного устаткування на автомийках. Перевагу з комплексу заданих умов віддано варіанту «KERCHER HDR-777» (0,474), характеристики якого є найбільш сприятливими для автомийного комплексу.

Таким чином, за допомогою методу аналізу ієрархій визначили очисну установку, яка буде найбільш оптимальною для роботи мийного комплексу в цілому. Для цього, використовуючи шкалу відносних ваг, визначили рівність між критеріями та прорахували можливі варіанти рішення по кожному з критеріїв. Із синтезу остаточного рішення випливає, що найкращим варіантом для автомийного комплексу є система рециркуляції води представлена в очисній установці HDR 777 німецької фірми Karcher.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АВТОМІЙНА ОЧИСНА УСТАНОВКА, МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, МАТРИЦІ ПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ, ШКАЛА ВІДНОСНИХ ВАГ, ЯКІСТЬ ОЧИЩЕННЯ, ВИБІР ПАРАМЕТРІВ.

#### ABSTRACT

Kobzyska O.P., Barabash H.V. To determine the effectiveness of a treatment plant carwash complex of hierarchies analysis method / Oksana P. Kobzyska, Helena V. Barabash // Visnyk NTU. – K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

Today, car wash wastewater treatment plants are big list of manufacturers and models. When you select the equipment is very important to determine in advance with a set of functions and the amount that must meet the design of the treatment plant. Consider performance and functional characteristics of treatment facilities for car different manufactures, compare price. One of the main problems in determining an effective treatment plant carwash complex is the inconsistency the options necessary to improve the functioning of the car wash, which would satisfy the environmental and economic interests of the service.

The aim was to evaluate the most popular types on the market for treatment plants carwash complexes, an environmental assessment of the effectiveness and efficiency of such a system to assess treatment.

Determination of effective treatment plant was performed using the analytic hierarchy process. The basis of the method – the problem is decomposed at each hierarchical level using pairwise comparisons. The result can be found by the relative degree of interaction between the elements on the given level of the hierarchy or the preference of one element relative to the other. This comparison provides a numerical score. When considering environmental issues, we should strive to ensure that the decomposition was increased to a level at which paired comparisons can be made components in the field experts.

The method involves the synthesis of multiple comparisons procedure, prioritization criteria and to find alternative solutions. Implementation of the method is subject to verification and rethinks until assured that covered all aspects are important to represent and solve this problem. The results obtained in one of the hierarchical levels are used as input to the next level of study. Peer review procedure should be carefully prepared and organized in the system plan.

The paper discusses three models of treatment plants popular in the market: «KERCHER HDR-777», «Neptune – 555», «AEROS – 1.» The task was to choose one that will be most effective in environmental and economic terms. To determine the best options for effective treatment plant identified a number of parameters that can be set to improve the wash: productivity, quality of cleaning, reliability, warranty, automatic parameter control treatment, ease of maintenance, etc.

Formed the matrix of pairwise comparisons for the level of alternatives. Found normalized eigenvectors defined eigenvalues, confirmed the consistency of the matrix. The synthesis of the final solution – an operation weighing normalized eigenvectors alternatives weights of criteria, which were obtained at the beginning of the problem and the solutions contained in the eigenvectors of criteria.

Because when paired comparisons of alternatives with respect to each criterion, a large assessment relates to the manufacturer, who has had a positive benefit, the final preference index, which gained more evaluation. Option «AEROS – 1" had the lowest score (0.248) and, therefore, makes a whole range of factors considered ineffective option to install pollution control equipment at the car wash. The preference of a set of specified conditions given variant «KERCHER HDR-777" (0.474), the characteristics of which are most favorable for car wash industry.

Thus, by using the analytic hierarchy defined cleaning plant, which will be most appropriate for the washing of the complex as a whole. To do this, using a scale of relative weights, are defined in the criteria and calculated the possible solutions for each of the criteria. The synthesis of the final decision that the best option for car wash system is a complex water recycling treatment plant is presented in HDR 777 German company Karcher.

KEY WORDS: CARWASH WASTE WATER PLANTS, HIERARCHY ANALYSIS METHOD, MATRIX OF PAIR COMPARISONS, SCALE OF RELATIVE WEIGHTS, QUALITY CLEANING, SELECTION PARAMETERS.

#### РЕФЕРАТ

Кобзистая О.П., Барабаш Е.В. К определению эффективности очистной установки автомоечного комплекса методом анализа иерархий / Оксана Петровна Кобзистая, Елена Васильевна Барабаш // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

Сегодня очистные сооружения автомоек представлены большим перечнем производителей и моделей. При выборе такого оборудования очень важно заранее определиться с набором необходимых функций и объемами, которым должна удовлетворять конструкция очистного сооружения. Рассмотреть технические характеристики и функциональные особенности очистных сооружений для автомоек различного производства, сравнить цену. Одной из главных проблем при определении эффективной очистной установки автомоечного комплекса является несогласованность выбора параметров необходимых для улучшения функционирования автомоек, которые бы удовлетворяли экологические и экономические интересы данного сервиса.

Целью работы было оценить наиболее популярные на рынке типы очистных установок на автомоечных комплексах, провести экологическую оценку эффективности и оценить экономичность такой системы очистки.

Определение эффективной очистной установки проводили с применением метода анализа иерархий. Основа метода - это декомпозиция проблемы на каждом иерархическом уровне с помощью парных сравнений. В результате может быть найдена относительная степень взаимодействия элементов на рассматриваемом иерархическом уровне или предпочтение одних элементов относительно других. Этим сравнением предоставляется численная оценка. При рассмотрении экологических проблем, необходимо стремиться к тому, чтобы декомпозиция была доведена до такого уровня, на котором парные сравнения могут быть выполнены компонентами в данной области специалистами.

Метод включает процедуру синтеза множественных сравнений, определения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений. Реализация метода подлежит проверке и переосмыслению, пока не будет уверенности, что все охваченные аспекты важны для представления и решения данной проблемы. При этом результаты, полученные на одном из иерархических уровней, используются в качестве входных данных для изучения следующего уровня. Процедура экспертной оценки должна быть тщательно подготовлена и организована в системном плане.

В работе рассмотрены три модели очистных установок популярных на рынке: «KERCHER HDR-777», «НЕПТУН - 555», «AEROS - 1». Задача состояла в том, чтобы выбрать одну, которая будет наиболее эффективной в эколого-экономическом отношении. Для определения оптимального варианта эффективной очистной установки определен ряд параметров, по которым можно усовершенствовать моечный комплекс: производительность, качество очистки, надежность, гарантия, автоматический контроль параметров очистки, удобство обслуживания и др.

Сформированы матрицы парных сравнений для уровня альтернатив. Найдено нормированные собственные векторы, определенные собственные значения, подтверждена согласованность матриц. Проведен синтез окончательного решения - это операция взвешивания нормированных собственных векторов альтернатив весами критериев, которые были получены в начале решения задачи и содержатся в собственном векторе матрицы критериев.

Поскольку, при парном сравнении альтернатив относительно каждого критерия, большая оценка относилась тому производителю, который имел положительное преимущество, окончательное

предпочтение отдается показателю, получившему наибольшую оценку. Вариант «AEROS - 1» имеет наименьшую оценку (0,248) а, следовательно, делает в целом комплекс рассмотренных факторов неэффективным вариантом для установки очистного оборудования на автомойках. Предпочтение из комплекса заданных условий отдано варианту «KERCHER HDR-777» (0,474), характеристики которого наиболее благоприятны для автомоечного комплекса.

Таким образом, с помощью метода анализа иерархий определили очистительную установку, которая будет наиболее оптимальной для работы моечного комплекса в целом. Для этого, используя шкалу относительных весов, определили равенство между критериями и просчитали возможные варианты решения по каждому из критериев. По синтезу окончательного решения следует, что лучшим вариантом для автомоечного комплекса является система рециркуляции воды, представлена в очистной установке HDR 777 немецкой фирмы Karcher.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** АВТОМОЕЧНЫЕ ОЧИСТНЫЕ УСТАНОВКИ, МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ, МАТРИЦЫ ПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ, ШКАЛА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ВЕСОВ, КАЧЕСТВО ОЧИСТКИ, ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ.